

LA NEURODIDÁCTICA EN EL ESTUDIO DE LA QUÍMICA EN LOS ESTUDIANTES DE BACHILLERATO DE LA UNIDAD EDUCATIVA INTERCULTURAL BILINGÜE “NACIÓN PURUHÁ”, 2024-2025

NEURODIDACTICS IN THE STUDY OF CHEMISTRY AMONG HIGH SCHOOL STUDENTS OF THE INTERCULTURAL BILINGUAL EDUCATIONAL UNIT 'NACIÓN PURUHÁ', 2024-2025

Myriam Ximena Sagñay Anilema¹, Claudio Eduardo Maldonado Gaviláñez²

{myriam.sagnay@unach.edu.ec¹, cmaldonado@unach.edu.ec²}

Fecha de recepción: 23/07/2025 / Fecha de aceptación: 06/08/2025 / Fecha de publicación: 10/08/2025

RESUMEN: La neurodidáctica, al ser una disciplina que combina las neurociencias con la pedagogía y la psicología, permite comprender con mayor profundidad los procesos de aprendizaje y diseñar estrategias más efectivas, motivadoras y centradas en las necesidades del estudiante. Este estudio analiza de qué manera los principios de la neurodidáctica influyen en el aprendizaje de Química en la Unidad Educativa Intercultural Bilingüe Nación Puruhá, durante el año escolar 2024-2025. Para lograrlo, se adoptó un diseño de investigación mixta que combina enfoques descriptivos con intervenciones prácticas. Se seleccionó deliberadamente un grupo de veinticinco alumnos de primero de bachillerato, a los cuales se aplicaron un pretest y un postest con el propósito de medir sus conocimientos antes y después de utilizar una guía didáctica basada en actividades multisensoriales, es decir, visuales, auditivas y manipulativas. Los datos revelaron un avance notable en el rendimiento: el porcentaje de respuestas correctas pasó del 36 % en el pretest a más del 80 % en el postest. En síntesis, la inclusión de estrategias neurodidácticas no solo elevó las calificaciones, sino que también alimentó la motivación y el deseo de aprender Química, promoviendo el pensamiento crítico y la participación activa en un contexto intercultural.

Palabras clave: *Neurodidáctica, guía académica, estrategias metodológicas, química, enseñanza*

ABSTRACT: Neurodidactics, being a discipline that combines neuroscience with pedagogy and psychology, allows a deeper understanding of learning processes and the design of more effective, motivating and student-centered strategies. This study analyzes how the principles

¹Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH), Riobamba 060110, Ecuador, <https://orcid.org/0009-0007-7744-9446>.

²Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH), Riobamba 060110, Ecuador, <https://orcid.org/0000-0002-8790-8657>.

of neurodidactics influence the learning of chemistry in the Intercultural Bilingual Educational Unit Nación Puruhá, during the 2024-2025 school year. To achieve this, a mixed research design combining descriptive approaches with practical interventions was adopted. A group of twenty-five first-year high school students was deliberately selected and given a pretest and a posttest to measure their knowledge before and after using a didactic guide based on multisensory activities, i.e., visual, auditory and manipulative activities. The data revealed a remarkable improvement in performance: the percentage of correct answers went from 36% in the pretest to more than 80% in the posttest. In summary, the inclusion of neurodidactic strategies not only raised grades, but also fueled motivation and the desire to learn chemistry, promoting critical thinking and active participation in a cross-cultural context.

Keywords: *Academic guide, neurodidactics, chemistry, students, teaching*

INTRODUCCIÓN

La educación ha experimentado cambios significativos dentro de sus enfoques pedagógicos y paradigmas, incluidos y orientados a proporcionar las mejores alternativas para la capacitación de los alumnos. Uno de los desafíos se enfoca en cómo impartir la enseñanza, muchas veces, la mayoría de docentes se enfrentan a la problemática de la retención de contenidos (1).

La neurodidáctica se encarga de investigar la plasticidad del sistema nervioso, las emociones, la memoria y la motivación, aspectos fundamentales en el proceso de enseñanza – aprendizaje, donde la incorporación del cerebro en estos procesos se vuelve crucial en la educación, mejorando la calidad educativa (2). Esta ha sido y seguirá siendo un área que debe ser considerada en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Es una disciplina novedosa que fomenta un aprendizaje más profundo con niveles de rendimiento académico superior y que continúa siendo estudiada y utilizada en naciones europeas (3). Varios estudios han demostrado que el aprendizaje de las experiencias, puede mejorar, al aplicar métodos que se basan en el funcionamiento del cerebro, los cuales fomentan la curiosidad, la participación y activa el pensamiento crítico (4).

Las técnicas neurodidácticas, así como la gamificación, el aprendizaje multisensorial y el uso de mapas conceptuales ayudan a acrecentar la motivación, la concentración y la memoria visual (5), el contar con herramientas poderosas que activen con la memoria emocional, haciendo que los contenidos sean más significativos, además el desarrollo de la capacidad de reflexión sobre el propio proceso de aprendizaje promueven el pensamiento crítico (6), las pausas activas o los “brain breaks” son útiles para recuperar la atención y crear un ambiente emocionalmente positivo en el aula (7), en conjunto, estas estrategias convierten el aprendizaje en una experiencia más dinámica, conectada con la realidad de los estudiantes y mucho más efectiva.

En Ecuador se han puesto en marcha reformas educativas orientadas a fortalecer la calidad del aprendizaje en las áreas de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas, pero la puesta en práctica de la neurodidáctica sigue siendo restrictiva, sobre todo en entornos bilingües e interculturales. Según (8) que una buena parte del profesorado todavía no ha tenido acceso a actualizaciones recientes sobre neuroeducación, limitando así el uso de estrategias realmente alineadas con el funcionamiento cerebral y a la diversidad cultural de sus estudiantes.

Un estudio realizado por (9) determina que el uso de estrategias neurodidácticas mejora de manera significativa el rendimiento académico en comparación con las metodologías de enseñanza tradicionales, en la neurodidáctica el alumno asume el rol principal del aprendizaje donde se utilizan los estímulos sensoriales, la gamificación, la narración de relatos y un aprendizaje con significado (2). Estos componentes son esenciales en la enseñanza de Química, puesto que esta demanda no es solo la memorización de fórmulas, si no una comprensión profunda de conceptos abstractos que a menudo no se relacionan con la vida diaria del estudiante (10).

En la provincia de Chimborazo, las comunidades indígenas gestionan escuelas donde se enseñan su lengua y costumbres, un esfuerzo que favorece la conservación cultural. Si bien este modelo ha tenido éxitos evidentes, la instrucción en disciplinas científicas, incluida la química, padece aún dificultades notables. Una investigación reciente, efectuada con alumnos de tercero de bachillerato en una escuela fiscal del país, encontró que las estrategias clásicas de aula carecen de un anclaje cultural y no se alinean con las formas de aprender de esos estudiantes (11). Esto lleva a una falta de interés, poca retención del conocimiento y un desarrollo limitado del pensamiento crítico.

El presente estudio tiene como objetivo determinar la influencia de la neurodidáctica en el aprendizaje de la Química en los estudiantes de bachillerato de la Unidad Educativa Intercultural Bilingüe “Nación Puruhá” durante el periodo 2024-2025, para ello se cumplirán con los siguientes objetivos específicos, i) revisión bibliográfica de las principales estrategias neurodidácticas, ii) diseño de una guía didáctica fundamentada en dichas estrategias y iii) comparación del proceso de enseñanza-aprendizaje antes y después de su aplicación, mediante la implementación de un pretest y un postest que permitan evidenciar los posibles avances en el aprendizaje de los estudiantes.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación tuvo un enfoque mixto, donde se combinaron métodos cuantitativos y cualitativos para determinar la influencia de la neurodidáctica en el estudio de la Química en los estudiantes de bachillerato; de tipo Se llevó a cabo una investigación de tipo descriptiva que permitió observar, analizar y describir las características de la aplicación de la neurodidáctica en el estudio de Química; además se complementó con una investigación bibliográfica, para recopilar, analizar y sintetizar información de las técnicas neurodidácticas

más aplicadas.

Población:

Se consideró una población de 25 estudiantes de primer año de bachillerato de la Unidad Educativa Bilingüe “Nación Puruhá” durante el periodo 2024-2025, al ser una población demasiado corta no se requiere calcular una muestra para la investigación.

Entorno:

La investigación se llevó a cabo en la Unidad Educativa Intercultural Bilingüe “Nación Puruhá”, situada en la Comunidad Galte Layme, parroquia Palmira, cantón Guamote, provincia de Chimborazo, esto permitió observar de manera más directa el fenómeno de interés y que herramientas neurodidácticas interactúan con la metodología propuesta, enriqueciendo la calidad de los datos obtenidos.

Mediciones:

Se elaboró una guía didáctica donde se incorporó varias actividades que contengan la estrategia de aprendizaje multisensorial, utilizando los cinco sentidos como herramienta clave dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje. Posteriormente, dicha guía fue socializada con los estudiantes. Para evaluar el rendimiento académico y valorar la comprensión de los conceptos de Química, se aplicaron cuestionarios tipo pretest y postest, basados en la estrategia multisensorial. La herramienta de evaluación fue un cuestionario de 10 preguntas de opción múltiple, diseñado para detectar áreas de conocimiento que aún podían perfeccionarse entre los estudiantes y, a partir de ahí, realizar el análisis correspondiente.

Análisis estadístico:

Para llevar a cabo la investigación se calculó el promedio, entre los resultados del pretest y el postest, lo que permitió evidenciar el nivel de rendimiento académico alcanzado tras la aplicación de la guía didáctica. Además, se presenta un cuadro comparativo con las respuestas correctas obtenidas en ambas evaluaciones, tanto en formato tabular como gráfico, facilitando así una visualización clara de los avances en el aprendizaje de los estudiantes.

RESULTADOS

En el marco del presente artículo, titulado *“La neurodidáctica en el estudio de la Química en los estudiantes de bachillerato de la Unidad Educativa Intercultural Bilingüe ‘Nación Puruhá’, 2024-2025”*, se diseñó y aplicó un modelo didáctico específico fundamentado en principios

neuroeducativos, orientado a abordar el aprendizaje de la Química, incluido los modelos atómicos desde una perspectiva integral. Mismo que, buscó estimular la memoria significativa, fortalecer la atención sostenida y favorecer la comprensión progresiva de conceptos abstractos, mediante estrategias que integran aspectos cognitivos, sensoriales y emocionales del proceso de aprendizaje.

Como punto de partida, se empleó un pretest diagnóstico dirigido a 25 estudiantes con el objetivo de identificar el nivel de conocimientos previos y los patrones de error más frecuentes en relación con la historia y características de los modelos atómicos, para así adaptar los recursos neurodidácticos a las verdaderas necesidades cognitivas del grupo. Este instrumento permitió no solo establecer una línea base de aprendizaje, sino también detectar qué conceptos requerían mayor atención didáctica y cuáles estrategias serían más efectivas en función del funcionamiento cerebral y la motivación del alumnado.

Tabla 1. Encuestas de pretest.

PREGUNTAS	OPCIONES	RESPUESTAS	INCORRECTO/CORRECTA
1. Escriba los modelos atómicos según el orden cronológico en que fueron propuestos.	a) Modelo atómico de b) Modelo atómico de c) Modelo atómico de d) Modelo atómico de e) Modelo atómico de	Rutherford Dalton Thomson Mecánica cuántica Bohr	Más del 80% de estudiantes responden en este orden jerárquico
2. Identifica la respuesta correcta: ¿Qué característica principal tiene el modelo atómico de Dalton?	a) Los átomos son esferas indivisibles y homogéneas. b) Los átomos tienen núcleo y electrones. c) Los átomos se componen de partículas subatómicas. d) Los átomos son compuestos por una nube de electrones.	3 19 3	CORRECTO INCORRECTO INCORRECTO INCORRECTO
3. Lea la siguiente pregunta y seleccione la opción correcta: ¿Qué descubrimiento importante se hizo con el experimento de dispersión de partículas alfa de Rutherford?	a) Se descubrió que el átomo tiene un núcleo pequeño y denso. b) Los electrones se mueven en órbitas fijas alrededor del núcleo c) El resto del átomo, con carga positiva, se dirige hacia el cátodo y forma los rayos canales. d) Se descubrió que el átomo tiene un núcleo pequeño y denso.	9 10 5 1	CORRECTO INCORRECTO INCORRECTO INCORRECTO
4. Elija la	a) Modelo de Dalton	5	INCORRECTO

**LA NEURODIDÁCTICA EN EL ESTUDIO DE LA QUÍMICA EN LOS ESTUDIANTES DE BACHILLERATO DE LA UNIDAD EDUCATIVA
INTERCULTURAL BILINGÜE "NACIÓN PURUHÁ", 2024-2025**

respuesta correcta: ¿Qué modelo atómico se representa en esta imagen?	b) Modelo de Rutherford	5	INCORRECTO
	c) Modelo de Bohr	15	CORRECTO
	d) Modelo mecánica cuántica		INCORRECTO
5. Selecciona la respuesta correcta: ¿Cuántos electrones cabén en el primer nivel de energía según el modelo de Bohr?	a) 2	18	CORRECTO
	b) 8	4	INCORRECTO
	c) 18	3	INCORRECTO
	d) 32		INCORRECTO
6. Selecciona la respuesta correcta: ¿Qué sucede si un electrón de un átomo salta de un nivel de energía superior a uno inferior?	a) El resto del átomo, con carga positiva, se dirige hacia el cátodo y forma los rayos canales.	9	CORRECTO
	b) Se emite luz en forma de fotón, y la longitud de onda de esa luz depende de la diferencia de energía entre los niveles.	8	INCORRECTO
	c) El átomo tiene un núcleo central con carga positiva.	6	INCORRECTO
	d) Solo pueden ocupar ciertos niveles de energía.	2	INCORRECTO
7. Según el modelo atómico de Bohr, los electrones se mueven:	a) De forma aleatoria dentro de una nube.	6	INCORRECTO
	b) En órbitas fijas a ciertas distancias del núcleo.	16	CORRECTO
	c) En trayectorias elípticas.	1	INCORRECTO
	d) En trayectorias continuas sin órbitas definidas.	2	INCORRECTO
8. Identifica la respuesta correcta: ¿Qué diferencia principal presenta el modelo cuántico respecto a los modelos anteriores?	a) Introduce la idea de que los electrones se mueven en órbitas fijas.	15	INCORRECTO
	b) Postula que los electrones están distribuidos en una nube de probabilidad.	8	CORRECTO
	c) Propone que los electrones no existen.	2	INCORRECTO
	d) Todos los electrones están en el mismo nivel de energía.		INCORRECTO
9. Lea el siguiente enunciado y selecciona la	a) El átomo pierde energía.	10	CORRECTO
	b) El átomo gana energía.	5	INCORRECTO
	c) El átomo se vuelve inestable.	5	INCORRECTO

respuesta correcta: Cuando un electrón se mueve de una órbita a otra, ¿Qué ocurre?	d) El átomo se transforma en un nuevo elemento.	5	INCORRECTO
10. Selecciona la opción correcta: ¿Qué material didáctico o recurso utilizado por su profesor en clases, te ayudó a comprender mejor sobre los Modelos Atómicos?	a) Maquetas de los modelos atómicos	17	CORRECTO
	b) Videos de modelos atómicos	6	INCORRECTO
	c) Tarjetas de modelos atómicos	2	INCORRECTO
	d) Otros		INCORRECTO

Análisis de resultados del pretest

La presente sección analiza los resultados obtenidos en la evaluación diagnóstica (pretest) aplicada a una muestra de 25 estudiantes, cuyo objetivo fue identificar el nivel de conocimientos previos sobre la evolución de los modelos atómicos. A continuación, se detallan los hallazgos más relevantes comparando el número de respuestas correctas e incorrectas en cada ítem evaluado.

Pregunta 1: Secuencia cronológica de los modelos atómicos

A los alumnos se les pidió disponer los modelos atómicos en el orden en que fueron propuestos. La secuencia correcta es Dalton, Thomson, Rutherford, Bohr y, finalmente, la Mecánica cuántica. No obstante, más del ochenta por ciento colocó el átomo de Rutherford como el primero, mostrando así un retroceso cronológico y una visión errónea del progreso científico. Esta respuesta pone de manifiesto una deficiencia notable en el entendimiento de cómo han evolucionado las ideas sobre la estructura atómica.

Pregunta 2: Característica principal del modelo de Dalton

Solo 3 estudiantes (12 %) identificaron correctamente que Dalton describió al átomo como una esfera indivisible y homogénea. En contraste, 19 estudiantes (76 %) eligieron erróneamente la opción que atribuye a los átomos la presencia de núcleo y electrones, lo cual pertenece al modelo de Rutherford. Este patrón refleja una confusión común entre los distintos modelos y sugiere una visión contemporánea proyectada retrospectivamente hacia los modelos más antiguos.

Pregunta 3: Descubrimiento en el experimento de Rutherford

A pesar de ser uno de los conceptos fundamentales en la historia de la física atómica, solo 9 estudiantes (36 %) reconocieron correctamente que el experimento de partículas alfa reveló un núcleo atómico denso y pequeño. 10 estudiantes (40 %) mezclaron este resultado con la propuesta de Bohr, que postula órbitas fijas para los electrones. Esta confusión parece originarse, probablemente, en un repaso lineal poco explícito o en la escasez de ayudas visuales que separen ambas teorías.

Pregunta 4: Reconocimiento del modelo de Bohr en imagen

La mayoría (15 estudiantes, 60 %) reconoció correctamente el modelo de Bohr, lo cual indica un mayor nivel de familiaridad visual con esta representación. No obstante, 10 estudiantes (40 %) lo confundieron con modelos de Dalton o Rutherford, lo que refuerza la necesidad de enfatizar diferencias gráficas y estructurales en la enseñanza de los modelos.

Pregunta 5: Número de electrones en el primer nivel energético (Bohr)

Una mayoría significativa (18 estudiantes, 72 %) respondió correctamente que el primer nivel energético puede alojar hasta 2 electrones. Las respuestas incorrectas (7 estudiantes, 28 %) sugieren una cierta confusión en torno a los niveles, probablemente provocada por una memorización mecánica desprovista de un contexto claro.

Pregunta 6: Transición de electrones entre niveles

Solo 9 alumnos (36 %) respondieron correctamente que un electrón al descender emite energía en forma de fotón. Un 64% de los encuestados optó por respuestas incorrectas, en su gran mayoría ajenas a este fenómeno físico. Esto sugiere que existe una débil interpretación sobre el cambio de niveles de energía de un átomo, los fundamentos que sustentan el modelo de Bohr y la teoría cuántica.

Pregunta 7: Movimiento de electrones según Bohr

Un total de 16 estudiantes (64 %) acertaron al señalar que los electrones se mueven en órbitas fijas alrededor del núcleo, mientras que 9 estudiantes (36 %) optaron por modelos erróneos como el movimiento aleatorio o trayectorias indefinidas, reflejando posiblemente una mezcla con nociones del modelo cuántico mal aplicadas al contexto de Bohr.

Pregunta 8: Diferencia principal del modelo cuántico

Solo 8 estudiantes (32 %) reconocieron correctamente que el modelo cuántico plantea una nube de probabilidad para describir la localización de los electrones. Por otro lado, 15 estudiantes (60 %) de la muestra, mediante sus respuestas confundieron este planteo moderno con las trayectorias y órbitas fijas de Bohr. La confusión pone de relieve una carencia de claridad sobre el paso que la mecánica cuántica da en comparación con los modelos

clásicos.

Pregunta 9: Transición electrónica y energía

El 40 % de los estudiantes (10 respuestas) comprendió que el átomo pierde energía cuando un electrón baja de órbita. Sin embargo, el 60 % restante dividió sus respuestas incorrectamente entre tres distractores, lo que sugiere dificultades para comprender los principios energéticos implicados en las transiciones electrónicas.

Pregunta 10: Material didáctico más útil

Ante la pregunta sobre qué recurso pedagógico ayudó más a la comprensión de los modelos atómicos, 17 estudiantes (68 %) indicaron que las maquetas fueron el recurso más efectivo, por encima de los videos (6 estudiantes) y las tarjetas (2 estudiantes). Este resultado sugiere que los recursos tridimensionales tienen mayor impacto en la comprensión conceptual, posiblemente por su valor visual y manipulativo.

El análisis de los resultados indica que los alumnos todavía poseen una visión incompleta y fragmentada sobre la historia de los modelos atómicos. Muchos tienden a sobrevalorar las teorías más recientes, especialmente las de Rutherford y Bohr, mientras dejan en segundo plano las propuestas más antiguas de Dalton y Thomson; este sesgo parece derivar de una enseñanza que enfatiza los conceptos contemporáneos sin situarlos en su contexto histórico. Por otra parte, los estudiantes siguen encontrando dificultades para vincular fenómenos físicos concretos con el modelo atómico que los explica, lo que pone de manifiesto lagunas conceptuales que deberían abordarse con una estrategia pedagógica más amplia y situada en la trayectoria de la ciencia.

En este contexto, se consideró incluir una guía didáctica que adopte principios del diseño neurodidáctico, cuya organización integre elementos visuales, prácticas y narrativas secuenciales con el objetivo de facilitar la comprensión conceptual y permitir un aprendizaje más profundo y duradero. Esta guía no solo permitiría consolidar el conocimiento, sino también corregir patrones erróneos y generar conexiones más sólidas entre teoría, experimentación y contexto histórico en la enseñanza de la Química.

Tabla 2. Encuestas de postest.

PREGUNTAS	OPCIONES	RESPUESTAS	CORRECTO/IN
1. Escucha la siguiente historia y escriba los modelos atómicos según el orden cronológico en que fueron propuestos.	a) Modelo atómico de b) Modelo atómico de c) Modelo atómico de d) Modelo atómico de e) Modelo atómico de	Dalton Thomson Rutherford Bord Mecánica cuántica	El 99% de los estudiantes responden de manera correcta

**LA NEURODIDÁCTICA EN EL ESTUDIO DE LA QUÍMICA EN LOS ESTUDIANTES DE BACHILLERATO DE LA UNIDAD EDUCATIVA
INTERCULTURAL BILINGÜE "NACIÓN PURUHÁ", 2024-2025**

2. Observa la siguiente muestra (maqueta) de un átomo representado según el modelo de Dalton (esfera sólida y homogénea). ¿Qué característica principal tiene el modelo atómico?	a) Los átomos son esferas indivisibles y homogéneas.	20	CORRECTO
	b) Los átomos tienen núcleo y electrones.	3	INCORRECTO
	c) Los átomos se componen de partículas subatómicas.	2	INCORRECTO
	d) Los átomos son compuestos por una nube de electrones.		INCORRECTO
3. Escucha la siguiente grabación sobre el modelo atómico de Rutherford. ¿Qué descubrimiento importante se hizo con el experimento de dispersión de partículas alfa?	a) Se descubrió que el átomo tiene un núcleo pequeño y denso.	20	CORRECTO
	b) Los electrones se mueven en órbitas fijas alrededor del núcleo	3	INCORRECTO
	c) El resto del átomo, con carga positiva, se dirige hacia el cátodo y forma los rayos canales.	2	INCORRECTO
	d) Se descubrió que el átomo tiene un núcleo pequeño y denso.		INCORRECTO
4. Fundamentado en el gráfico, ¿A qué modelo atómico hace referencia?	a) Modelo de Dalton	2	INCORRECTO
	b) Modelo de Rutherford	3	INCORRECTO
	c) Modelo de Bohr	20	CORRECTO
	d) Modelo mecánica cuántica		INCORRECTO
5. Construya un modelo atómico utilizando esferas pequeñas de plastilina para representar los electrones y, una esfera más grande para el núcleo. ¿Cuántos electrones caben en el primer nivel de energía según el modelo de Bohr?	a) 2	21	CORRECTO
	b) 8	2	INCORRECTO
	c) 18	2	INCORRECTO
	d) 32		INCORRECTO
6. Observa la maqueta del modelo atómico de Bohr con los electrones ubicados en los diferentes niveles de energía. ¿Qué sucede si un electrón del átomo salta de un nivel de energía superior a uno inferior?	a) El resto del átomo, con carga positiva, se dirige hacia el cátodo y forma los rayos canales.	20	CORRECTO
	b) Se emite luz en forma de fotón, y la longitud de onda de esa luz depende de la diferencia de energía entre los niveles.	1	INCORRECTO

	c) El átomo tiene un núcleo central con carga positiva.	3	INCORRECTO
	d) Solo pueden ocupar ciertos niveles de energía.		INCORRECTO
7. Analiza la animación, donde se muestra cómo los electrones giran alrededor del núcleo en órbitas definidas. Según el modelo atómico de Bohr, los electrones se mueven:	a) De forma aleatoria dentro de una nube.	4	INCORRECTO
	b) En órbitas fijas a ciertas distancias del núcleo.	21	CORRECTO
	c) En trayectorias elípticas.		INCORRECTO
	d) En trayectorias continuas sin órbitas definidas.		INCORRECTO
8. Reflexiona sobre el modelo cuántico que describe a los electrones no en órbitas fijas, sino en regiones de probabilidad denominadas "nubes de electrones". ¿Qué diferencia principal presenta el modelo cuántico respecto a los modelos propuestos?	a) Introduce la idea de que los electrones se mueven en órbitas fijas.		INCORRECTO
	b) Postula que los electrones están distribuidos en una nube de probabilidad.	21	CORRECTO
	c) Propone que los electrones no existen.	2	INCORRECTO
	d) Todos los electrones están en el mismo nivel de energía.	2	INCORRECTO
9. Analiza las tarjetas entregadas. Cuando un electrón se mueve de una órbita a otra, ¿Qué ocurre?	a) a) El átomo pierde energía.	23	CORRECTO
	b) El átomo gana energía.	1	INCORRECTO
	c) El átomo se vuelve inestable.	1	INCORRECTO
	d) El átomo se transforma en un nuevo elemento.		INCORRECTO
10. A su criterio, selecciona la opción que considere apropiada: ¿Qué material didáctico o recurso utilizado en clases te ayudó a comprender mejor sobre los Modelos Atómicos?	a) Maquetas de los modelos atómicos	17	CORRECTO
	b) Videos de modelos atómicos	4	INCORRECTO
	c) Tarjetas de modelos atómicos	3	INCORRECTO
	d) Otros	1	INCORRECTO

Análisis de resultados del postest

Después de la aplicación del postest, se evidenció una mejora significativa en el nivel de comprensión de los estudiantes respecto a los modelos atómicos, particularmente en aquellos ítems que en el pretest presentaron mayores porcentajes de error como la identificación de características específicas de cada modelo y el comportamiento energético de los electrones. El aumento en el porcentaje de respuestas correctas sugiere que la guía didáctica elaborada logró afianzar los contenidos, en particular al aclarar las diferencias entre los modelos de

Dalton, Rutherford, Bohr y el modelo cuántico-mecánico. Además, los estudiantes mostraron mejor habilidad para vincular diagramas y maquetas con los principios teóricos, lo que apunta a que los recursos visuales y manipulativos no solo hicieron el aprendizaje más accesible, sino que también profundizaron su entendimiento de los procesos históricos y estructurales que sustentan la teoría atómica.

Pregunta 1: Secuencia cronológica de los modelos atómicos

Se solicitó a los estudiantes que organizaran en secuencia temporal los distintos modelos atómicos. La serie esperada, Dalton, Thomson, Rutherford, Bohr y Mecánica cuántica, fue identificada por el 99 % de ellos, evidenciando así una sólida comprensión del recorrido histórico de dicha teoría. Esta tasa casi unánime sugiere que los alumnos contaban con conocimientos previos bien arraigados, probablemente reforzados por recursos como cronogramas y apoyos visuales utilizados en clases anteriores.

Pregunta 2: Características del modelo atómico de Dalton

Se presentó una maqueta del modelo de Dalton para identificar su característica principal. La opción correcta, “Los átomos son esferas indivisibles y homogéneas”, fue seleccionada por 20 estudiantes (80 %), mientras que 5 eligieron opciones incorrectas asociadas a modelos posteriores. Esta variedad de respuestas muestra que aún un grupo considerable de alumnos superpone ideas recientes, como las referentes a partículas subatómicas o al núcleo atómico, a modelos más antiguos, revelando así una cierta confusión sobre las distintas fases del avance científico.

Pregunta 3: Descubrimiento del núcleo atómico por Rutherford

Se evaluó la comprensión del experimento de dispersión alfa de Rutherford. El 80 % de los estudiantes identificaron correctamente, “El átomo tiene un núcleo pequeño y denso”. Sin embargo, el 20 % restante eligió respuestas relacionadas con Bohr o rayos canales, lo que evidencia una dificultad para discriminar entre las contribuciones específicas de cada modelo atómico.

Pregunta 4: Identificación del modelo de Bohr a partir de un gráfico

Se solicitó a los estudiantes que identificaran el modelo de átomo que aparecía en la imagen presentada. El 80 % contestó de forma correcta, señalando el modelo de Bohr; el 20 %, no obstante, lo confundió con los esquemas de Dalton o de Rutherford. Este patrón indica que, aunque la mayoría relaciona la imagen con Bohr, un grupo pequeño todavía tiene dificultades para vincular cada gráfico con la teoría que realmente representa.

Pregunta 5: Electrones en el primer nivel energético según Bohr

Se consultó cuántos electrones puede albergar el primer nivel energético conforme al modelo de Bohr. El 84 % de los encuestados contestó de forma correcta, mientras que el 16 % optó por cifras erróneas que pertenecen a niveles superiores. Esta distribución sugiere que, aunque la mayoría entiende bien la regla más elemental, todavía persiste algo de confusión sobre cómo se distribuyen los electrones en los diferentes estratos.

Pregunta 6: Comportamiento de un electrón al saltar de un nivel superior a uno inferior

Se examinó qué ocurre cuando un electrón pasa de un nivel de energía superior a otro más bajo. El 80 % de los encuestados respondió, de manera correcta, que el exceso de energía se libera como un fotón de luz; en contraste, el 20 % optó por respuestas incorrectas, que iban desde la idea de rayos canales hasta descripciones vagas del átomo. Este patrón sugiere que aún hay dificultades para entender los procesos energéticos que el modelo de Bohr asocia a la emisión de luz.

Pregunta 7: Movimiento de los electrones según el modelo de Bohr

Se indagó sobre la trayectoria de los electrones en el modelo de Bohr. El 84 % respondió correctamente que los electrones se mueven en órbitas fijas a ciertas distancias del núcleo. El 16 % restante eligió trayectorias aleatorias o conceptos más propios del modelo cuántico, lo cual refleja una mezcla de ideas que podría dificultar la diferenciación entre modelos teóricos.

Pregunta 8: Diferencia clave del modelo cuántico respecto a los anteriores

Se examinó la comprensión del modelo mecánico cuántico en una muestra de estudiantes. El 84% contestó de forma acertada que, según este modelo, los electrones no recorren órbitas fijas, sino que ocupan regiones de probabilidad en torno al núcleo; por el contrario, el 16% optó por respuestas que o bien niegan la existencia del electrón o describen niveles de energía en términos clásicos. Estos resultados indican que, aunque la mayoría capta la idea probabilística del formalismo cuántico, todavía persisten conceptos distorsionados entre una minoría significativa.

Pregunta 9: Cambio energético al moverse un electrón entre órbitas

Se consultó qué ocurre cuando un electrón se mueve entre órbitas. El 92 % respondió correctamente que el átomo pierde energía, mientras que solo el 8 % indicó que gana energía o se vuelve inestable. Este resultado muestra que el concepto de liberación de energía es ampliamente comprendido entre los estudiantes.

Pregunta 10: Recurso didáctico que más ayudó a comprender los modelos atómicos

Se pidió a los estudiantes que identificaran qué recurso les resultaba más útil para comprender modelos atómicos. El 68% optó por las maquetas físicas, en contraste con el 32% que prefirió

videos, tarjetas o medios digitales. Este patrón subraya una clara preferencia por materiales manipulativos y visuales, lo que sugiere que las actividades prácticas facilitan la asimilación de conceptos abstractos en ciencias.

Este resultado evidencia que los recursos manipulativos y visuales fueron los más valorados, lo que sugiere que el aprendizaje práctico favorece la comprensión de conceptos abstractos en el área de ciencias.

Representación visual y análisis comparativo del aprendizaje alcanzado

Con una visión objetiva y sintética, se presenta un estudio comparativo tanto en tabla como en gráfico del cuestionario de pretest como postest. Esta representación visual permite apreciar de manera inmediata la evolución del aprendizaje y la efectividad de la guía didáctica basada en estrategias neurodidácticas. Posteriormente, se realiza un análisis detallado de las tendencias observadas, que refuerzan las conclusiones del estudio.

Tabla 3. Comparación porcentual de respuestas correctas entre pretest y postest por pregunta.

Pregunta	% Respuestas Correctas Pretest	% Respuestas Correctas Postest
Pregunta 1	20 %	99 %
Pregunta 2	12 %	80 %
Pregunta 3	36 %	80 %
Pregunta 4	60 %	80 %
Pregunta 5	72 %	84 %
Pregunta 6	36 %	80 %
Pregunta 7	64 %	84 %
Pregunta 8	32 %	84 %
Pregunta 9	40 %	92 %
Pregunta 10	68 %	68 %

La Tabla 3 permite visualizar claramente la mejora en el desempeño de los estudiantes entre el pretest y el postest.

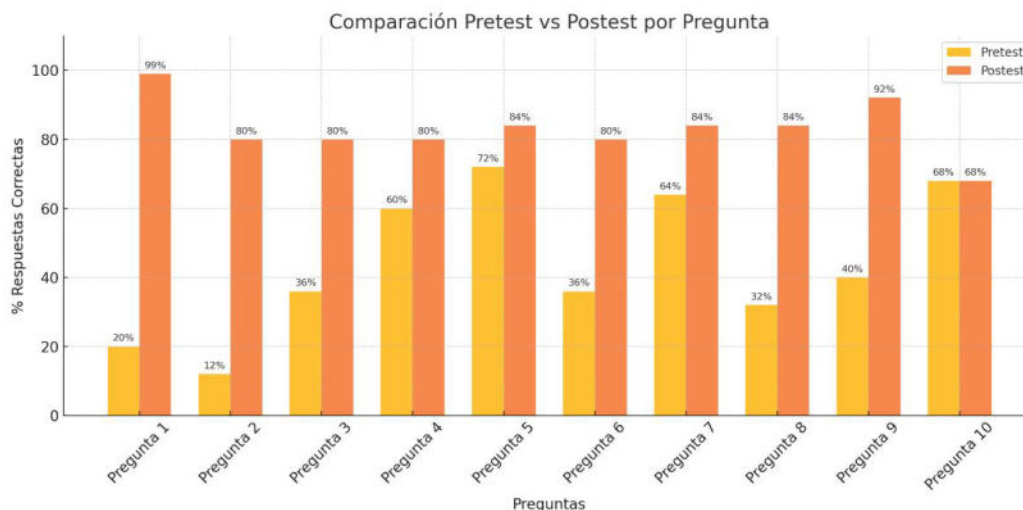


Figura 1. Comparación pretest vs postest por pregunta.

Análisis visual de los resultados

La gráfica presentada como Figura 1 ilustra de manera visual la mejoría en el rendimiento estudiantil luego de utilizar la guía neurodidáctica. En el pretest, varios ítems mostraban porcentajes por debajo del 40 %, mientras que en el postest la mayor parte de las preguntas superó el 80 %. Esta progresión respalda, con datos cuantitativos, la validez de las estrategias y destaca áreas concretas, como la trayectoria de los modelos atómicos y la comprensión de ciertos fenómenos físicos, que se beneficiaron particularmente.

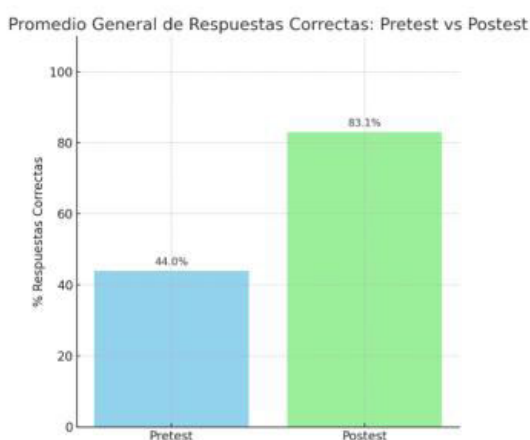


Figura 2. Promedio general de respuestas correctas: pretest vs postest.

Del mismo modo, la media total de aciertos (Figura 2) aumentó del 45,0 % en el pretest hasta el 84,9 % en el posttest, reafirmando la mejora general y apoyando la efectividad del enfoque neurodidáctico empleado. Este avance sugiere la conveniencia de incorporar estrategias fundamentadas en el funcionamiento cerebral, experiencias multisensoriales y herramientas manipulativas, para enriquecer la comprensión conceptual en áreas usualmente abstractas, como la Química.

DISCUSIÓN

Los datos recogidos tras el uso sistemático de la guía neurodidáctica revelan una mejora sustancial en la comprensión que los alumnos de bachillerato tienen sobre los distintos modelos atómicos. Este avance respalda la idea de que estrategias que estimulan varios sentidos, que facilitan la visualización y que permiten tocar objetos concretos resultan valiosas cuando se enseñan ideas abstractas. Antes de la intervención, más del 60 % de los estudiantes incurrían en errores claros; por ejemplo, les costaba señalar con precisión las características del modelo de Dalton y también interpretar el famoso experimento de Rutherford. En cambio, tras trabajar con la guía, más del 80 % de las respuestas en el examen final fueron correctas en todos los ítems, lo que indica un salto significativo en su dominio de los contenidos.

Estos hallazgos son coherentes con lo señalado por (12), quien sostiene que las metodologías de enseñanza que integran principios de la neurociencia logran activar múltiples zonas cerebrales, fortaleciendo la memoria significativa y la comprensión conceptual. En el caso del modelo atómico, la enseñanza tradicional basada en memorización ha sido insuficiente, tal como advierten (13), (14), quienes resaltan que los estudiantes tienden a reproducir información sin comprender la progresión histórica ni el fundamento experimental de cada teoría.

El uso de maquetas físicas fue valorado por el 68 % de los estudiantes como el recurso que más contribuyó a su comprensión, lo que coincide con los aportes de (15), quien indica que el aprendizaje es más efectivo cuando se parte de conocimientos previos y se utilizan organizadores visuales o materiales concretos que favorezcan la asimilación. Asimismo, autores como (16), (17) remarcan que el aprendizaje se consolida cuando el entorno permite la exploración activa, algo que se logró en este estudio mediante la interacción táctil, visual y auditiva con los modelos atómicos.

Por otra parte, la notable mejora en preguntas asociadas al modelo cuántico y la emisión de energía en transiciones electrónicas refleja la eficacia de la narrativa explicativa y el acompañamiento emocional en el aprendizaje, aspectos claves de la neurodidáctica, como lo afirma (18), quien argumenta que los procesos emocionales y motivacionales son determinantes en la consolidación del conocimiento científico.

En comparación con estudios previos, como el realizado por (19) en contextos interculturales

de la sierra ecuatoriana, los presentes resultados sugieren que la personalización metodológica respetando perspectiva cultural y los estilos de aprendizaje de los estudiantes indígenas puede potenciar significativamente el rendimiento académico en áreas tradicionalmente abstractas como la Química. De igual forma, (20) y (21) subrayan que el enfoque intercultural, cuando se combina con prácticas activas y cognitivamente estimulantes, contribuye a mejorar la retención de contenidos en comunidades que enfrentan brechas educativas estructurales.

En suma, la evidencia empírica recopilada en este estudio respalda de que la neurodidáctica no solo contribuye a mejorar el rendimiento académico, sino que también promueve una comprensión más profunda y evolutiva del conocimiento científico, especialmente cuando se adapta y contextualiza a realidades socioculturales específicas. La implementación de estrategias multisensoriales, el uso de modelos manipulativos y el fortalecimiento de la conexión emocional con los contenidos han demostrado ser elementos clave para revertir patrones de error, consolidar aprendizajes previos y favorecer la construcción de aprendizajes significativos y duraderos.

CONCLUSIONES

La aplicación de una guía didáctica basada en estrategias neurodidácticas influyó positivamente en el aprendizaje de los modelos atómicos entre los estudiantes de bachillerato de la Unidad Educativa Intercultural Bilingüe “Nación Puruhá”, evidenciándose una mejora significativa en los resultados del postest en comparación con el pretest. Esta intervención permitió superar dificultades conceptuales relacionadas con la identificación de las características y secuencia histórica de los modelos atómicos, pasando de un 36 % de aciertos promedio en el pretest a más del 80 % de respuestas correctas en el postest.

Las estrategias neurodidácticas implementadas, fundamentadas en el uso de estímulos multisensoriales y recursos manipulativos, facilitaron una mayor comprensión conceptual de los contenidos abstractos propios de la Química. El uso de maquetas tridimensionales fue identificado por el 68 % de los estudiantes como el recurso más útil para aprender sobre modelos atómicos, lo cual confirma que los materiales visuales y tangibles favorecen el aprendizaje significativo y la retención de conocimientos en contextos interculturales.

La guía neurodidáctica elaborada y socializada a través de capacitaciones permitió responder a las necesidades cognitivas, emocionales y culturales de los estudiantes. Este resultado valida la importancia de integrar técnicas como el aprendizaje multisensorial, la gamificación, el aprendizaje activo y la conexión emocional con los contenidos en entornos educativos diversos. Por tanto, se recomienda extender la aplicación de este tipo de recursos en otras áreas del currículo científico, promoviendo una educación más inclusiva, contextualizada y centrada en el funcionamiento del cerebro para mejorar el rendimiento académico y el pensamiento crítico en poblaciones con características similares.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Vista de Estrategias Neurodidácticas Empleadas por los Docentes para Fortalecer el Proceso de Enseñanza y Aprendizaje en Educación Básica | Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar [Internet]. [citado 15 de abril de 2025]. Disponible en: <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/9528/14111>
2. Cedeño GCB, Bailón JB. Estrategias neurodidácticas en el proceso enseñanza-aprendizaje de educación básica. Rev Cienc Humanísticas Soc ReHuso. 2021;6(1):72-81.
3. Párraga VC. PERCEPCIONES DEL PROCESO DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE RELACIONADA CON LA NEURODIDÁCTICA. Rev Científica Bus Insights. 2023;6(6):28-33.
4. Neuroeducación y lectura - Alianza Editorial [Internet]. [citado 15 de abril de 2025]. Disponible en: <http://www.alianzaeditorial.es/libro/alianza-ensayo/neuroeducacion-y-lectura-francisco-mora-9788491819400/>
5. Meneses Granados N. Neuroeducación. Sólo se puede aprender aquello que se ama, de Francisco Mora Teruel. Perfiles Educ. septiembre de 2019;41(165):210-6.
6. Zambrano Briones MA, Hernández Díaz A, Mendoza Bravo KL, Zambrano Briones MA, Hernández Díaz A, Mendoza Bravo KL. El aprendizaje basado en proyectos como estrategia didáctica. Conrado. febrero de 2022;18(84):172-82.
7. Méndez-Giménez A, Pallasá-Manteca M. Efecto de los descansos activos sobre procesos atencionales y la regulación motivacional en escolares. Apunts Educ Física Deport. 2023;39(151):49-57.
8. Álava WLS, Rodríguez AR, Rodríguez RG, Cornelio OM. La neuroeducación en la formación docente. Rev Científica Innov Educ Soc Actual ALCON. 12 de enero de 2024;4(1):24-36.
9. Jácome Vera AM, Campos Yedra HM. Estrategias neurodidácticas y rendimiento académico en la práctica docente latinoamericana. Tesla Rev Científica. 16 de enero de 2023;3(1):e109.
10. Aguinda Tanguila AA. Aprendizaje de Química a través del uso de laboratorios virtuales en estudiantes de Bachillerato. 2023 [citado 15 de abril de 2025]; Disponible en: <https://repositorio.puce.edu.ec/handle/123456789/41741>
11. Chonillo-Sislema L, Heredia-Gavin D, Chayña-Apaza J, Ramos-Pineda Z, Sánchez-Solórzano J. Dificultades en el aprendizaje de química en el bachillerato, desde la opinión del alumnado y algunas alternativas para superarlas. Rev Innova Educ. 25 de enero de 2024;6(1):71-88.
12. Tokuhama-Espinosa T. Neuroeducación: solo se puede aprender aquello que se ama. Barcelona: Paidós; 2019.
13. Cárdenas E, Romero V. Aplicación de estrategias neurodidácticas en el aprendizaje de ciencias naturales en estudiantes de secundaria. Rev Cient Educare. 2020;24(1):76–89.
14. Castro C, Ochoa D. Estrategias neurodidácticas en la enseñanza de las ciencias: una revisión sistemática. Rev Colomb Educ. 2019;(76):131–56.
15. Rueda L, Martínez M. El uso de maquetas y recursos visuales en el aprendizaje de

- modelos atómicos: impacto en la comprensión conceptual. Rev Eureka Enseñ Divulg Cienc. 2019;16(2):1–12.
16. Zambrano J, Pérez D. Impacto del aprendizaje multisensorial en la enseñanza de química en bachillerato. Rev Electr Investig Educ. 2021;23(1):1–14.
 17. Hernández G, López M. Implementación de estrategias neurodidácticas en estudiantes indígenas: un enfoque intercultural. Rev Int Educ Justicia Soc. 2022;11(1):89–104.
 18. Méndez C, Vera A. Educación científica en contextos rurales e interculturales: retos y oportunidades desde la neurodidáctica. Rev Conrado [Internet]. 2023 [citado 2025 mayo 31];19(91):118–26. Disponible en: <https://conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado/article/view/3135>
 19. Patiño C, Rojas A. Neuroeducación y desarrollo de competencias científicas en estudiantes de secundaria. Educare. 2022;26(1):1–20.
 20. Suárez C, Martínez S. Relevancia del contexto sociocultural en la enseñanza de ciencias en entornos bilingües. Rev Iberoam Educ. 2019;80(2):99–114.
 21. Ortega M, Salcedo E. Aprendizaje significativo en la enseñanza de modelos atómicos: una experiencia didáctica en secundaria. Rev Enseñ Cienc Technol. 2020;24(1):33–48.